

**УДК 004.89**

*Андрєєв С. М., студент гр. ПБ-91*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ДІАГНОСТИКИ ЛЕГЕНЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ**

**Анотація.** Метою даної роботи є створення системи, яка здатна автоматизувати обробку рентгенівських знімків пацієнтів з респіраторними хворобами. У статті акцентовано увагу на методи виявлення патологій за допомогою машинного навчання. Наукова новизна цієї роботи полягає в тому, що було спроектовано алгоритм візуалізації рентгенограм для медичних фахівців, за допомогою якого можна відстежити ознаки певних легеневих захворювань опираючись на об'ємну модель та сегментацію зображення за допомогою згорткової нейронної мережі.

**Ключові слова:** автоматизація, рентгенографія, машинне навчання.

### **ВСТУП**

Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, у світі через хвороби, що ушкоджують нижні дихальні шляхи, зокрема легені, помирає приблизно 7,3 мільйонів осіб щороку. У цьому році світ зіштовхнувся з новою хворобою, смертність із-за якої викликана насамперед тяжким ураженням дихальної системи – інфекцією COVID-19. Людський організм є занадто складною біологічною системою і у своєму збірному понятті не є чітким механізмом, через що ще неможливо повністю замінити лікарську працю автоматизованими системами. Але повністю можлива й у буквальному сенсі життєво необхідна допомога медичним фахівцям у боротьбі за людське життя. Єдиною запорукою для одужання хворого є своєчасна та якісна діагностика. Одним з основних методів встановлення діагнозу подібних респіраторних захворювань є рентгенографія, аналіз та обробку якої можливо значно удосконалити, надавши лікарю візуальну модель та використовуючи машинне навчання для знаходження осередку захворювання.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ**

Рентгенограма — це зображення, що може бути отримано за допомогою рентгенівської плівки, яке виникає завдяки дії на плівку рентгенівського променя, що пройшов через досліджуваний об'єкт.

Сучасне медичне обладнання дозволяє за допомогою рентгенографії дослідити більшість внутрішніх органів. Даний спосіб є одним з найпоширеніших засобів діагностики і його відкриття у 1895 році згодом стало початком застосування методів неруйнівного контролю та діагностики у медицині.

Принцип дослідження за допомогою рентгенографії полягає в наступному:

- Крізь певну частину організму людини проходять рентгенівські промені, які на своєму шляху зустрічають різні за своєю щільністю речовини: кістки, м'які тканини, слизові ущільнення, повітря тощо;
- Оскільки кожна з них має свою пропускну здатність, то промінь втрачає свою інтенсивність і проявляється на детекторі (плівці) більш блякло, а ті ділянки, які наприклад, заповнені повітрям, проявляються на рентгенограмі темним кольором;

- У результаті, на плівці з'являється зображення, на якому зафіксована щільність речовин, а медичний працівник, аналізуючи це зображення, робить висновок і ставить певний діагноз.

На сьогоднішній момент, найпоширенішим захворюванням дихальної системи є пневмонія (рис. 1 та рис. 2). Особливо гостра ситуація з цим захворюванням йде буквально сьогодні. Ця хвороба є основним ускладненням вірусної інфекції COVID-19, внаслідок якої з катастрофічною високою ймовірністю певна частина пацієнтів, яким діагностовано цю інфекцію, може померти. На відміну від легень здорової людини, легені та альвеоли хворого на пневмонію заповнюються гнійними ущільненнями (емфізема), що призводить до затяжного кисневого голодування організму і дисфункції життєво важливих органів. Перебіг хвороби є вкрай болісним для інфікованого пацієнта, а дані про перебіг хвороби – є дуже важливими як для розроблення методики лікування, так і надання своєчасної медичної допомоги та вчасного поставлення діагнозу. У разі, якщо хворий затягує зі зверненням за медичною допомогою, гнійні виділення накопичуються і «перетікають» в інші сектори легень, де з'являється нове вогнище інфекції.

Для постановки точного діагнозу потрібно провести аналіз рентгенограми і загального аналізу крові. Основним показником, який в сумі з рентгенографією дає знати про наявність та перебіг захворювання, є підвищений рівень лейкоцитів у крові.

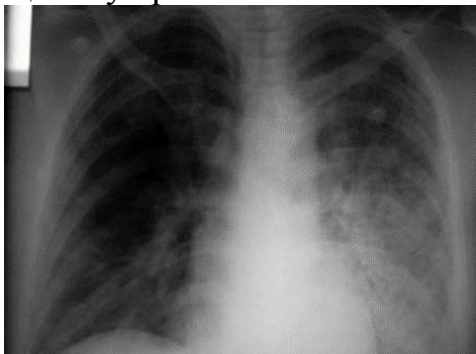


Рисунок 1. Рентгенографія вірусно-бактеріальної пневмонії

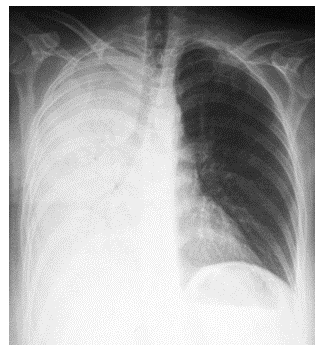


Рисунок 2. Тотальна втрата функціональності однієї з легень

Однак не завжди лікарям вдається вчасно розпізнати захворювання, або діагностувати його початкову фазу. Основною причиною цього є недолік розпізнання ключових ознак хвороби із рентгенівського знімка, який сам по собі не може бути достатньо інформативний на початкових стадіях хвороби. Одним із рішень цієї проблеми є перетворення даних, які отримані з рентгенографії і подальша їх візуалізація, яка дозволить лікарю проаналізувати більше даних, маючи в їх основі лише знімок.

Рентгенограму можна представити у вигляді тривимірної матриці, де індекс  $i$ -того елемента  $j$ -того стовпця є координатою значень, які розташовуються уздовж третьої осі. Ці значення є величини від 0 до 255, і є послідовними значеннями колірної схеми RGB, які ми здатні отримати з зображення, що є результатом сканування знімка. Далі цю матрицю можна перетворити в двовірну матрицю підсумовуванням по третій осі. У підсумку ми можемо побудувати

тривимірний графік цих значень, які є інтерпретацією залежності ( $x$ ,  $y$ ,  $p$ ), де перші два значення є координатами, а  $p$  – градацією відносної щільності (рис. 3). Під час обробки даних з'ясувалося, що колірна схема градації за сірим кольором відсіює багато аномалій, які виникли внаслідок сканування, і покращує візуальну складову, при цьому не позбавляючи рентгенографічний знімок ключових ознак.

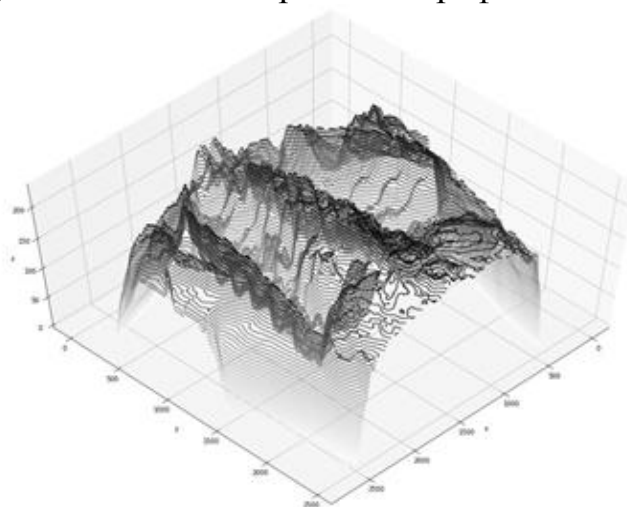


Рисунок 3. Тривимірний графік, що побудований на основі обробки даних з знімку

За допомогою отриманих даних була виявлена закономірність між розташуванням конкретних частин організму і рівнем їх висоти. Використовуючи ці дані, стало можливим провести маркування наборів даних для подальшої сегментації і позначення вогнищ зараження за допомогою засобів машинного навчання [1, 2]. Було прийнято рішення використовувати архітектуру згорткової нейронної мережі (НМ) U-Net, яка була розроблена спеціально для біологічних досліджень.

Дана архітектура має в більшості своїх імплементацій доволі якісні метричні показники і має характерну продуктивність навіть на малих обсягах даних. Засобами даної НМ, зокрема, також планується створити повноцінну тривимірну модель дихальної системи, яка дозволить медичному працівнику проаналізувати не тільки підвищення щільності легеневої тканини у деякому секторі, а й приблизне положення вогнища ущільнення щодо інших органів.

При сегментації зображень зазначеним методом, коли на зображенні будуть знаходитися тільки певні органи, наприклад легені, стає можливим підвищити метричні показники нейронних мереж, які визначають відносну ймовірність захворювання по знімку і обґрунтувати їх вирішення, що в свою чергу потрібно для верифікації розробленої моделі НМ перед впровадженням її у реальні робочі умови системи охорони здоров'я.

## ВИСНОВОК

Автоматизація процесу діагностики захворювань нижніх дихальних шляхів є необхідною для поліпшення ефективності лікування і запобігання згубних наслідків перебігу захворювання. За допомогою візуалізації даних для аналізу знімків та використанню машинного навчання для передбачення наявності захворювання стає можливим допомогти співробітникам системи охорони

здоров'я у вирішенні важких завдань і тим самим знизити ймовірність виникнення ускладнень від захворювань.

З огляду на сьогоднішні події – медичний колапс у багатьох країнах світу, який викликаний пандемією COVID-19 – потрібно знаходити рішення для автоматизації та розвантаження медичної системи у разі масових випадків захворювань. Оскільки на даний момент не є можливим повне уникнення важких ускладнень перебігу хвороби внаслідок помилок медичного персоналу, потрібна розробка та створення додаткових систем і алгоритмів для діагностики захворювань, які прискорять роботу лікарів і дозволять їм підвищити ефективність лікування.

Подальшим напрямком досліджень є аналіз впливу архітектури НМ та навчального набору даних на ефективність встановлення діагнозу та визначення виду пневмонії [3].

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [5] Распознавание рентгеновских снимков: precision = 0.84, recall = 0.96. А нужны ли нам еще врачи? — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/dataschool/blog/436946/> — 9.04.2020
- [6] Image segmentation — Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_segmentation](https://en.wikipedia.org/wiki/Image_segmentation) — 8.04.2020
- [7] Momot, A. Influence of architecture and training dataset parameters on the neural networks efficiency in thermal nondestructive testing / A. Momot, R. Galagan // Sciences of Europe. — 2019. — Vol. 1, No 44. — Pp. 20–25.

*Науковий керівник: к.т.н., доц. Галаган Р.М.*